



TITLE:

基研長期計画「Critical Phenomena」研究会

AUTHOR(S):

CITATION:

基研長期計画「Critical Phenomena」研究会. 物性研究 1964, 3(2): 100-104

ISSUE DATE:

1964-11-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/85628>

RIGHT:

研究会報告

基研長期計画「Critical Phenomena」研究会

8月20日から3日間、滋賀県堅田 東洋紡求是荘で基研長期研究「Critical phenomena」の第一回研究会を開いた。この会は、予算の都合もあり、第一回研究会というよりはむしろ、来年一月に予定している研究会（基研）の準備会，さらに各working groupの間の自由な討論の場という性格のものに企画されたものである。主として関西地方のworking groupの人が参加して、相転移の問題ではどういう問題がどの程度に理解されており、どういう種類の問題が未解決であるか、などについて討論が行われた。

参加者は 松原，碓井，山本，松田，都築，田中（以上京大）、中野，吉森（名大）、立木（阪大）、阿部，西川（東大）、高野（東教大）の12名で、プログラムは

8月20日

相転移の熱力学	山本 常信
ボーズ流体の二次相転移	都築 俊夫
	碓井 恒丸
Spin 系の相転移	阿部 龍蔵
強誘電体の相転移	松原 武生

8月21日

magnetite の相転移	吉森 昭夫
T_C 近傍での ESR の幅	田中 基之
合金における長周期super-lattice	立木 昌

8月22日

ま と め	松原 武生
-------------	-------

であつた。第一日目は、J E T Pに出た A. Z. Patashinsky と V. L. Pokrovsky の液体 He における比熱の対数発散に関する論文（都築氏が紹介。Phase Transitions of the Second Kind in a Bose Fluid,

A.Z. Potoshinsky, V.R. Pobrovsky, ЖЗТФ 46 (1964), 994; Superconductivity の場合は E.G. Batyev, A.Z. Patashinsky, V.L. Pokrovsky, ЖЗТФ 46 (1964), 2093) をめぐつての討論に集中された。この論文では T_0 の近傍で $p^{\frac{3}{2}}$ なる excitation の解が存在することが示され、これによつて比熱の logarithmic singularity が説明できるとするものである。この logarithmic singularity は磁性体の相転移、あるいは分子性結晶の回転転移などにおいても見られることが示唆され、その熱力学的な考察が山本氏により行われた。阿部氏は具体的に、Ising spin の場合について Horwitz-Callen の展開を simplify して、適当なグラフを拾い集めることにより、対相関のフーリエ成分が $v(q) \propto q^{-\frac{3}{2}}$ となり、これから比熱の対数発散が期待出来ることを示した。しかし、対数発散は帯磁率の温度依存性に関連しているので、この点まだ問題があるとのことであつた。対数発散は二次相転移の一般的な現象であるのか、それを現象論的に理解するためにはどうしたらよいか、などについての discussion が行われたが、現在の段階では素材に乏しく、むしろ今後に残された問題であろうという印象をうけた。松平氏のメモから、理想ボーズ気体の quasi-particle dispersion が $\epsilon(p) = Ap^a$ で与えられる場合の比熱の温度依存性を挙げておくと次のようになる。

a	N_0	C_V	C_p
$a > 3$	0		
$3 > a > \frac{3}{2}$		連続	$\propto T - T_0 ^{-(2 - \frac{3}{a})}$
$a = \frac{3}{2}$	$(\frac{T_0 - T}{T_0})^{\frac{3}{a}}$	連続	$\propto \ln T - T_0 $
$a < \frac{3}{2}$		$C_V^+ < C_V^-$	$< \infty$

$$a = \frac{3}{2} : \quad \beta F = -\frac{2}{3\pi^2} \frac{1}{(\beta A)^2} I_\mu,$$

$$I_\mu = \zeta(3-\mu)\zeta(2) + \frac{1}{2}\mu^2 \left[\ln \frac{1}{\mu} + \frac{3}{2} \right] + O(\mu^3).$$

具体的な問題としては、まず、松原氏による強誘電体の transition に関する説明が行われた。

研究会報告

相転移には、displacive (BaTiO_3), configurational ordering (磁性体), momentum ordering (He) などの型があるという総括的な introductory talk の後、 BaFeO_3 — SrSnO_3 に関する最近の Mössbauer 効果による実験データが Xray による diffuse scattering のデータと consistent であることを説明され、簡単なモデル理論で一つの自由度だけが不安定になつておりとしたのでは、form factor やその他の実験的異常性を説明することができないと指摘した。2 日目の午前中には、まず、magnetite の transition の簡単なモデルによる考察が説明され、charge の tetrahedral neutrality を条件として対相関が得られることが示された。これは二時間グリーン関数によつても neutrality の条件を考慮しながら求められる可能性があるとして指摘された。磁気吸収の幅はスピン対相関の温度変化によつて、ferro, antiferro いずれの場合も定性的には説明がつくが、比較的高温側から (T_c の数倍に及ぶものもある) 幅の変化が認められることや、line shape の変化なども含めて定量的な一致が得られるかどうかを確かめるためには巾、あるいは能率などの数値計算をあたつてみる必要があると指摘された。立木氏は Cu—Au 合金の長周期構造について、 E_{core} , E_{cond} を Ising model により、Burdich が計算した Cu の energy band を用いて計算し、Cu, Au の配列にともなう E_{cond} の下りは、実験で観測されている q にほぼ等しい所でもつと大きいことが示された。

その他、2, 3 のコメントがあつたが、その詳細を報告することは割愛して、最終日に行われた「まとめ」を引用しながら個々の問題の位置づけを試みる。

I. 問題の整理

(1) ハミルトニアンを探す段階

強誘電体, 金属の強磁性, マグネタイト, 合金の長周期構造 等々.

(2) モデルを導入して近似する段階

E.S.R. の幅, critical scattering 等.

(3) 精密化する段階

比熱の対数発散の問題 (二次の相転移の問題) 等.

以上のように、大きく三段階に分けて考える事が出来ると思う。この見方は個々の現象に対する問題の適確なとらえ方を与える一つの方針となりうるだろう。

II. 二次の相転移

ところで、上記の様な問題の発展の段階による位置づけと共に、二次の相転移をより一般的に理解することが出来るような統一の見解はないものだろうか。と云う問題意識が当然生れてくる。このような理解の仕方としては、

- (1) Landau, Tisza の理論にそつて二次の相転移の特徴づけを行う。
- (2) モデル的統一化

が考えられる。山本の報告は(1)に含まれると考えられるが、これは今後の問題であろう。

(2)の“モデル的統一化”について少し詳しく書いてみる。

(2-a) 変位型

(2-b) Ising モデルで代表される型

格子気体，合金，回転転移，強磁性，マグネタイト 等。

(2-c) ベクトルスピン系

強磁性，マグネタイト (kinetic energy を無視出来ない場合
例えば KH_2PO_4)，超流動 (格子モデルを含む)，超電導等量子
効果が本質的である場合

ところで、今までの話では、二次の相転移では、比熱の対数発散が本質的であるように見えるが、はたして一般的でありうるかという疑問はまだ残っている。いまだ十分豊富な実験データは蓄積されていないが、見方によつては、比熱が対数発散しないと考えられる場合もありうるかも知れない。この問題を理解するためには現象論的な考察を深め、もし一般的でないとするれば、どのような条件のもとで、対数発散しないか (するか) を知ることが出来れば面白いと思う。この同じ問題には、orthodox な方法による基礎づけの努力もなされるべきであると思う。すでにある理論を足場に出発しようとするれば、(a) Lee-

研究会報告

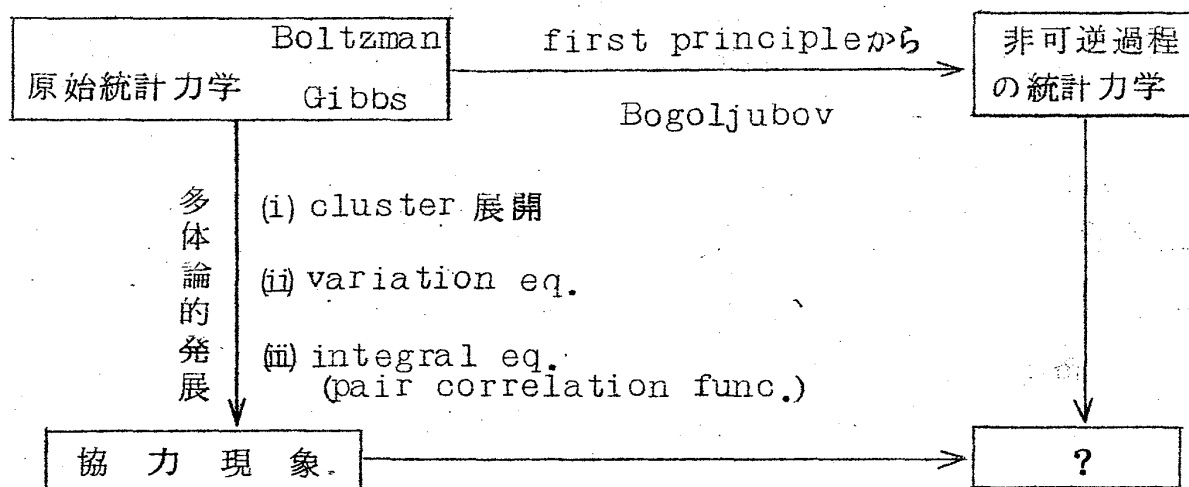
Yang の方法, (b) グラフ展開法 が考えられるが、後者については、不完全気体の理論から、Ising モデルから、BCS モデルから出発しよう。

グラフ展開法と関連して、グリーン関数法についての注意がなされたが、これは割愛させて頂く。

又、正攻法特にグラフ展開法は最も poor な方法ではないかという批判がなされたことも記しておく。

III. 統計力学の発展

今後の統計力学の発展の方向として、相転移と非可逆過程をいかにして統一的に記述するかという点について、松原の意見が述べられた。それは次のような図表にまとめられると思う。



非可逆過程の統計力学から目標の ? へは Bogoljubov の density 展開にある条件 (例えば温度) で singularity が現われ、それを正しくとり込むことにより発展出来るであろう。

筆者の理解力の不足で十分問題を整理して報告も出来ないが、諸賢に取つては、容易に御理解願えるものと安心することになっている。又、記憶が不正確であるため、報告もれ、あるいは誤つたことを報告しているかも知れないが、この点特に御容しや願いたいと思う。

(世話人記)